

Reactor for heterogeneous catalysis esp. in cleaning exhaust air - in which catalyst is in thin layer on coiled heating element in form of strip of metal wire fabric coated with crystalline material

Patent Number: DE4209195
Publication date: 1993-09-23
Inventor(s): BECKER OLIVER (DE); KOLZ SABINE (DE); HAGER HERBERT DIPL ING
Applicant(s): MANNESMANN AG (DE)
Requested Patent: ☐ DE4209195
Application: DE19924209195 19920318
Priority Number(s): DE19924209195 19920318
IPC Classification: B01D53/36
EC Classification: B01J35/00D4, B01J35/04, B01J35/06, B01D53/86Y, B01D53/88B
Equivalents:

Abstract

A catalytic reactor consists of a long vessel contg. a heating element which is coated with catalyst and is connected to a source of electric power. Openings in the housing are provided for the entry of air and for the egress of gaseous reaction prods. The heating element is in the form of a strip of metallic wire fabric (1) which has a mesh size less than 1 mm and a wire dia. less than 0.1 mm. Cleaning exhaust air using this reactor, in which the contaminant concn. of the air is continuously measured and the heating element is activated when the concn. exceeds a preset limit.

USE/ADVANTAGE - For heterogenous catalysis, especially in the cleaning of exhaust air. Air with contaminant concn. of less than 100 mg/cu.m, and in partic. less than 10 mg/cu.m, is cleaned effectively and efficiently even under conditions of varying contaminant concn. and air temp.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 42 09 195 A 1**

⑤1 *P 033 420 / BPA 1*
Int. Cl.⁵:
B 01 D 53/36
// B 01 J 23/74

⑳ Aktenzeichen: P 42 09 195.0
㉑ Anmeldetag: 18. 3. 92
㉒ Offenlegungstag: 23. 9. 93

DE 42 09 195 A 1

㉑ Anmelder:
Mannesmann AG, 40213 Düsseldorf, DE

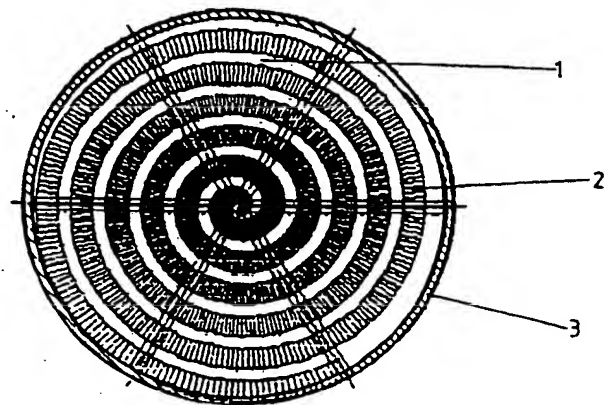
㉒ Vertreter:
Meissner, P., Dipl.-Ing.; Presting, H., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 14199 Berlin

㉑ Erfinder:
Becker, Oliver, 6646 Losheim, DE; Kolz, Sabine, 6624
Großrosseln, DE; Hager, Herbert, Dipl.-Ing., 6637
Nalbach, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Katalysator für heterogene Katalyse

⑤7 Die Erfindung betrifft einen Katalysator und ein Verfahren zur heterogenen Katalyse, mit einem länglichen Gehäuse, in dem ein mit einem Katalysatormaterial beschichtetes festes Heizelement angeordnet ist, das über Kabel mit einer Spannungsquelle verbunden ist und durch im Gehäuse angeordnete Öffnungen die zu reinigende Abluft zuführbar bzw. die gasförmigen Reaktionsprodukte abführbar sind. Um einen verbesserten Katalysator anzugeben, mit dem auch bei schwankenden Schadstoffkonzentrationen und Ablufttemperaturen eine schadstoffbeladene Abluft mit einer Schadstoffkonzentration von weniger als 100 mg/cbm Abluft, insbesondere für eine Konzentration von weniger als 10 mg/cbm mit gutem Wirkungsgrad und geringem Energiebedarf gereinigt werden kann, wird vorgeschlagen, daß das Heizelement aus einem metallischen Gewebeband (1, 4) besteht mit einer Maschenweite von kleiner 1 mm und Drahtdicken kleiner 0,1 mm. Während der Katalyse wird die Sauerstoffkonzentration der Abluft laufend gemessen, und bei Überschreiten einer vorgegebenen Minimalkonzentration wird die Beheizung für das Gewebeband eingeschaltet.



DE 42 09 195 A 1

Die Erfindung betrifft einen Katalysator für heterogene Katalyse gemäß dem Gattungsbegriff des Hauptanspruches.

Die Reinigung schadstoffbeladener Abluft mittels einer heterogenen Katalyse, bei dem die Abluft durch Druck- oder Sogwirkung geführt an einem festen, mit Katalysatormaterial beschichteten Element vorbeiströmt, ist prinzipiell bekannt (DE 38 04 722). Bei den bisher üblich angewandten technischen Ausführungen wird dazu auf keramische und metallische Wabenkörper oder keramische Füllkörper mit großer Oberfläche ein geeignetes Katalysatormaterial aufgebracht. Die zu reinigende Abluft durchströmt das mit dem Katalysatormaterial beschichtete Element und die brennbaren Substanzen werden bei der Berührung mit der Oberfläche des Katalysatormaterials oxidiert und zu umweltverträglichen gasförmigen Reaktionsprodukten verbrannt. Dabei hat die Abluft entweder bereits die für die katalytische Nachverbrennung erforderliche Prozeßtemperatur oder muß durch Energiezufuhr von außen, z. B. Gasbrenner oder elektrische Beheizung auf die erforderliche Prozeßtemperatur gebracht werden. Je nach Art der Schadstoffkonzentration gibt es eine optimale Prozeßtemperatur, deren Einhaltung bei den bekannten Verfahren bei

- intermittierenden Betrieb
 - der Anfahrphase
 - schwankenden Schadstoffkonzentrationen
 - schwankenden Ablufttemperaturen
- nur schwer oder gar nicht realisierbar ist.

Für den Fall, daß die Abluft erst durch Beheizung auf die erforderliche Prozeßtemperatur erwärmt werden muß, stellen die bisher verwendeten keramischen und metallischen Träger einen nicht vernachlässigbaren Wärmespeicher dar, der in der Anfahrphase das schnelle Erreichen der Arbeitstemperatur des beschichteten Elementes behindert und damit in dieser Phase die Wirksamkeit des Katalysators einschränkt. Zur Überwindung dieses Problems ist bereits vorgeschlagen worden (DE 39 29 521), nur die Katoberfläche auf die erforderliche Prozeßtemperatur zu bringen, um mit einer Trägerluft von etwa Raumtemperatur arbeiten zu können. Dazu wird ein mit Katalysatormaterial beschichteter Heizdraht eingesetzt, der durch Anlegen einer elektrischen Spannung direkt beheizt wird. Die trägerfixierte Schadluft wird nun so schnell, beispielsweise durch ein enges Gitter aus Katalysatordrähten, die auf einem aus elektrisch isolierendem Werkstoff hergestellten Rahmen aufgespannt sind, geleitet, daß sich die Luft nur geringfügig erwärmt und die Schadstoffe weitgehend durch die katalytische Oxidation abgebaut werden. Nachteilig bei diesem Verfahren ist der schlechte Wirkungsgrad der Anlage, da jedes Abluftmolekül mit den katalytisch beschichteten Heizdrähten in Kontakt gebracht werden muß. Dies ist aber bei einem für die Leistung der Anlage erforderlichen Durchsatz der verunreinigten Luft praktisch nicht möglich. Das geschilderte Verfahren versagt bei geringen Schadstoffkonzentrationen insbesondere dann, wenn die Schadstoffkonzentration auf einen Wert kleiner 100 mg/cbm Abluft absinkt.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen verbesserten Katalysator zur Reinigung schadstoffbeladener Abluft durch heterogene Katalyse anzugeben, mit dem auch bei schwankenden Schadstoffkonzentrationen und Ab-

lufttemperaturen eine schadstoffbeladene Abluft mit einer Schadstoffkonzentration von weniger als 100 mg/cbm Abluft insbesondere für eine Konzentration von weniger als 10 mg/cbm mit gutem Wirkungsgrad und geringem Energiebedarf gereinigt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch das im kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 angegebene Merkmal gelöst. In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen sowie ein Verfahren für den intermittierenden Betrieb angegeben.

Im Unterschied zu den bereits bekannten und üblicherweise verwendeten Wabenkörper und metallischen Trägern sowie zu den beschichteten Drähten bzw. Blechen ist das erfindungsgemäße Heizelement ein metallisches Gewebeband mit einer Maschenweite kleiner 1 mm und Drahtdicken kleiner 0,1 mm. Der Vorteil eines solchen Metallgewebes liegt darin, daß es bei geringem spezifischen Gewicht eine große katalytisch wirkende Oberfläche aufweist. Die Erwärmung dieses Gewebebandes auf die erforderliche Prozeßtemperatur erfolgt in bekannter Weise durch direkte elektrische Beheizung, wobei für die Anfahrphase die geringe Speicherkapazität des Gewebebandes von Vorteil ist. Die wirksame Oberfläche des Metallgewebes wird weiterbildend dadurch wesentlich erhöht, daß das Gewebeband auf der Oberfläche eine dünne Schicht eines gewachsenen Mineralkristalls aufweist, die mit dem Katalysatormaterial überzogen ist. Vorzugsweise ist der Mineralkristall ein Nickelspinell. Andere Kristallarten sind für diesen Zweck aber ebenso geeignet.

Das metallische Gewebeband kann zu Modulen gewickelt oder gefaltet werden, wobei darauf zu achten ist, daß es zwischen den einzelnen Windungen bzw. Faltungen nicht zu Kurzschluß führenden Kontakten kommt. Dies kann man durch geeignete elektrisch isolierende Abstandsmittel sicherstellen. Eine der Möglichkeiten besteht darin, die Windungen bzw. Faltungen in den stirnseitigen Bereichen durch eine temperaturbeständige Klebmasse zu fixieren, so daß ein unmittelbar wirkender Abstandhalter zwischen den Windungen bzw. Faltungen nicht erforderlich ist. Diese Fixiertechnik hat den Vorteil, daß der Widerstand für das Durchströmen der Abluft durch den Katalysator nicht erhöht wird. Im Sinne einer einfachen Winkeltechnik hat es sich aber als vorteilhaft herausgestellt, ein Band oder Gestrick beispielsweise aus hauchdünnen Keramikfasern als Distanzmatte zu verwenden. Gut geeignet für diesen Zweck ist auch eine Matte aus Glasfasern oder vergleichbaren Fasern. Diese Matte hat zwar den Nachteil, daß der Strömungswiderstand für den Durchsatz der Abluft erhöht wird, hat aber auf der anderen Seite den Vorteil, daß durch die vielen engen Kanäle des Bandes die Abluft so turbulent verwirbelt wird, daß jedes Luftmolekül mit der Katoberfläche in Kontakt kommt. Um die Distanzmatte ebenfalls als Katalysator zu verwenden, wird außerdem vorgeschlagen, diese Matte vergleichbar wie das metallische Gewebeband zu beschichten. Da die Wicklungen bzw. Faltungen sandwichartig unmittelbar aufeinanderliegen ist gewährleistet, daß nur mit einer geringen Zeitverzögerung die Oberfläche der Distanzmatte ebenfalls auf Prozeßtemperatur erwärmt wird.

Für eine wirkungsvolle katalytische Oxidation muß das beschichtete Heizelement eine auf den Schadstofftyp abgestimmte Oberflächentemperatur aufweisen. Um diese genau zu erfassen, wird außerdem vorgeschlagen, einen Temperaturfühler, z. B. ein Thermoelement am Metallgewebe anzuordnen und die Meßsignale ei-

nem Regelkreis für die Beheizung des Elementes zuzuführen. Die Befestigung des Thermoelementes kann beispielsweise durch Laserschweißen erfolgen.

Der einzelne als Modul ausgebildete Katalysator kann durch Reihen- oder Parallelschaltung zu größeren Einheiten zusammengefaßt werden. Bei dem breiten möglichen Anwendungsspektrum dieses Verfahrens bei der Lebens- und Genußmittelherstellung, Intensivtierhaltung, Großküchen usw. muß damit gerechnet werden, daß die zu reinigende Abluft zusätzlich mit festen Staubpartikeln belastet ist. Außerdem können Bestandteile in der Abluft enthalten sein, die bei der katalytischen Verbrennung Aschepartikel bilden. Solche Bestandteile müssen zuvor entfernt werden, damit der Katalysator nicht schon nach kurzer Betriebszeit verschmutzt bzw. sogar zuwächst. Für diese Fälle wird deshalb vorgeschlagen, daß dem Katalysator ein entsprechender Abscheider vorgeschaltet wird. Abscheider für diesen Zweck können als herkömmliche Staubfilter (z. B. Tuchfilter), als Elektrofilter, Zyklone oder Naßwäscher ausgebildet sein. Bei der katalytischen Oxidation darf zudem ein in der Abluft vorhandener Tropfen eine kritische Größe nicht überschreiten, da ansonsten die katalytische Oxidation nur unvollkommen abläuft. Um dies zu vermeiden wird außerdem vorgeschlagen, daß für Abluft, die Teilchen mit überkritischer Tröpfchengröße aufweist, ein Zerstäuber dem Katalysator vorgeschaltet wird.

Der vorgeschlagene Katalysator kann im Dauerbetrieb oder auch intermittierend betrieben werden. Das Zu- und Abschalten der Anlage kann in der Weise erfolgen, daß im Zuführungsbereich des Katalysators die Schadstoffkonzentration der Abluft laufend gemessen wird und bei Überschreiten einer vorgegebenen Minimalkonzentration die Beheizung eingeschaltet wird. Das Abschalten erfolgt dann, wenn die Schadstoffkonzentration unter den vorgegebenen Mindestwert fällt. Bei einer sehr einfachen Ausführungsform wird das Zu- und Abschalten des Katalysators mit dem Schalter des Entlüftungsventilators gekoppelt. In diesem Falle wird die subjektive Beeinträchtigung der z. B. in einer Großküche arbeitenden Personen als Auslösefaktor verwendet.

In der Zeichnung wird anhand dreier Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäße Katalysator näher erläutert.

Es zeigt

Fig. 1 in einem Querschnitt schematisch einen erfindungsgemäßen Katalysator als Rohrmodul

Fig. 2 in einem Querschnitt schematisch einen erfindungsgemäßen Katalysator als Kanalmodul

Fig. 3 im Längsschnitt eine spezielle Ausführungsform eines Katalysators.

In Fig. 1 ist in einem Querschnitt schematisch eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Katalysators dargestellt. In diesem Beispiel ist ein Sandwich-Element, bestehend aus einem metallischen Gewebeband 1 und einer temperaturbeständig und elektrisch nicht leitenden Distanzmatte 2, spiralförmig aufgewickelt. Dabei ist das metallische Gewebeband 1 mit einem bekannten Katalysatormaterial beschichtet und kann vorzugsweise noch eine dünne Schicht eines gewachsenen Mineralkristalls, vorzugsweise eines Nickelspinells darunter liegen haben. Die Distanzmatte 2 setzt sich beispielsweise aus hauchdünnen keramischen Fasern zusammen. Zur Erhöhung der Katalysatorwirkung kann die Distanzmatte 2 ebenfalls mit Katalysatormaterial und einem Mineralkristall beschichtet sein. Das so auf-

gewickelte Sandwich-Element ist in einem Rohrabchnitt 3 angeordnet und am Anfang und Ende dieses Rohrabchnittes in der Randzone abgedichtet (hier nicht abgebildet).

Fig. 2 zeigt in einem Querschnitt eine Variante der Anordnung des Sandwich-Elementes. In diesem Beispiel ist das katalytisch beschichtete Gewebeband 4 gefaltet. Das Gehäuse 6, das das Sandwich-Element umschließt, ist kastenförmig ausgebildet und deshalb wird dieses Modul auch als Kanalmodul bezeichnet. Je nach Anordnung der Öffnung im Gehäuse 6 kann die Abluft das Sandwich-Element in Richtung der Falten, hier angedeutet durch den gestrichelt gezeichneten Pfeil 7 oder quer dazu, hier angedeutet durch den Pfeil 8, durchströmen. Die Enden des Gewebebandes 4 sind mit elektrischen Anschlüssen 9, 9' verbunden, die die Verbindung zur elektrischen Beheizung (hier nicht dargestellt) herstellen.

Eine spezielle Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Katalysators ist im Längsschnitt in Fig. 3 dargestellt. Das Sandwich-Element 10 ist zylindrisch um einen perforierten Rohrabchnitt 11 gewickelt. Die axiale Erstreckung des Sandwich-Elementes 10 wird durch zwei Platten 12, 13 begrenzt, die auch die erforderliche Haltevorrichtung für das Sandwich-Element 10 darstellen. Die schadstoffbeladene Abluft strömt von links in das zylindrische Gehäuse 14 ein und wird durch das geschlossene Halteblech 12 gezwungen, in etwa radial von außen nach innen das Sandwich-Element 10 zu durchströmen. Der Austritt der gereinigten Abluft erfolgt im perforierten Rohrabchnitt 11, wo sie durch eine im zweiten Halteblech 13 angeordnete Bohrung 15 aus dem Gehäuse 14 abströmen kann. Es bedarf keiner näheren Erläuterung, daß die Durchströmung des Sandwich-Elementes 10 auch in umgekehrter Reihenfolge, d. h. von innen nach außen erfolgen kann.

Patentansprüche

1. Katalysator für heterogene Katalyse, mit einem länglichen Gehäuse, in dem ein mit einem Katalysatormaterial beschichtetes festes Heizelement angeordnet ist, das über Kabel mit einer Spannungsquelle verbunden ist und durch im Gehäuse angeordnete Öffnungen die zu reinigende Abluft zuführbar bzw. die gasförmigen Reaktionsprodukte abführbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß das Heizelement aus einem metallischen Gewebeband (1, 4) besteht mit einer Maschenweite von kleiner 1 mm und Drahtdicken kleiner 0,1 mm.
2. Katalysator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erhöhung der katalytisch wirkenden Oberfläche das Gewebeband (1, 4) eine dünne Schicht von gewachsenen Kristallen aufweist, die mit dem Katalysatormaterial überzogen sind.
3. Katalysator nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das metallische Gewebeband (1) zusammen mit elektrisch isolierenden Abstandsmitteln (2) wie ein Sandwich-Element spiralförmig zu einem rohrförmigen Modul gewickelt ist.
4. Katalysator nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das metallische Gewebeband (4) zusammen mit elektrisch isolierenden Abstandsmitteln wie ein Sandwich-Element mäanderförmig zu einem kastenartigen Modul gefaltet ist.
5. Katalysator nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Abstandsmittel (2) ein Band oder Gestrick aus hauchdünnen Keramikfa-

sern ist.

6. Katalysator nach Anspruch 1, 2 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Band oder Gestrick eine dünne Schicht von gewachsenen Kristallen aufweist, die mit dem Katalysatormaterial überzogen sind. 5

7. Katalysator nach Anspruch 2 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Mineralkristall ein Nickel-spinell ist.

8. Katalysator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß am Heizelement (1, 4, 10) ein Temperaturfühler befestigt ist. 10

9. Katalysator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Abscheider für Staubpartikel und/oder Bestandteile der Abluft, die bei der katalytischen Verbrennung zu Ascheteilchen führen, vorgeschaltet ist. 15

10. Katalysator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Zerstäuber vorgeschaltet ist. 20

11. Verfahren zur Reinigung schadstoffbeladener Abluft durch heterogene Katalyse mittels einer Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schadstoffkonzentration der Abluft laufend gemessen wird und erst bei Überschreiten einer vorgegebenen Minimalkonzentration die Beheizung für das beschichtete Gewebeband eingeschaltet wird. 25

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Einschalten der Beheizung des beschichteten Gewebebandes (1, 4, 10) mit dem Einschalten des die Abluft abführenden Ventilators verknüpft ist. 30

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

Nummer:
Int. Cl. 5:
Offenlegungstag:

DE 42 09 195 A1
B 01 D 53/36
23. September 1993

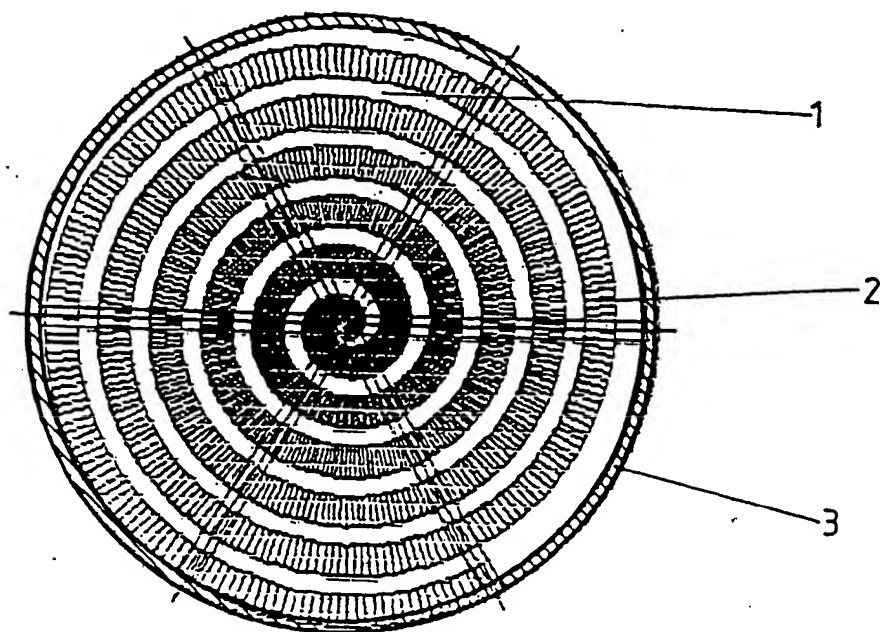


Fig. 1

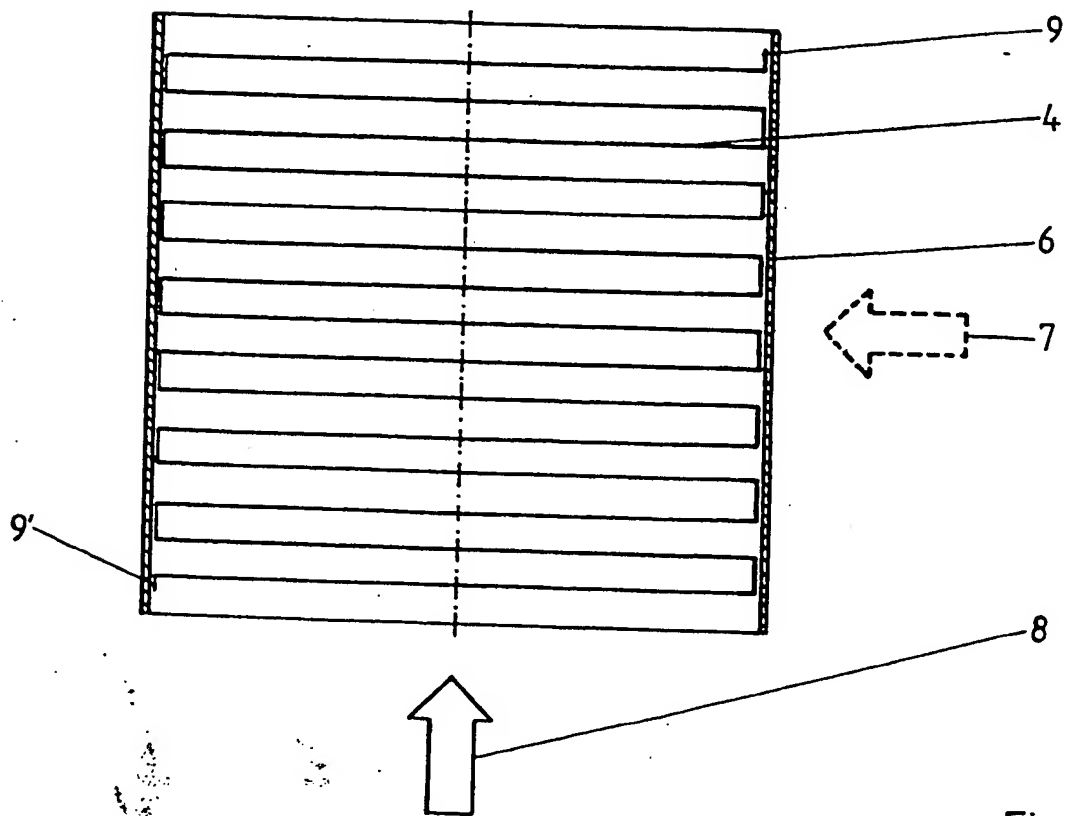


Fig. 2

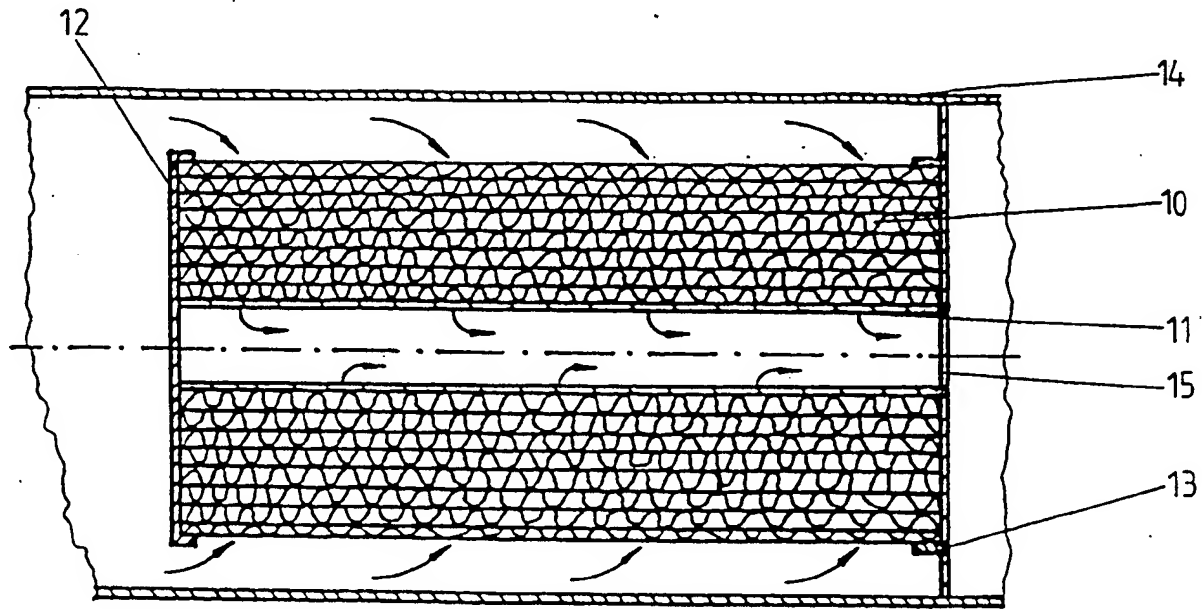


Fig.3